

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-190614

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 J 13/00

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

A

審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-356606

(22) 出願日 平成8年(1996)12月27日

(71) 出願人 395022546

株式会社ワイ・アール・ビー移動通信基盤  
技術研究所

神奈川県横須賀市光の丘3番4号

(72) 発明者 鹿毛 豪蔵

神奈川県横浜市神奈川区新浦島町一丁目1

番地32 株式会社ワイ・アール・ビー移動  
通信基盤技術研究所内

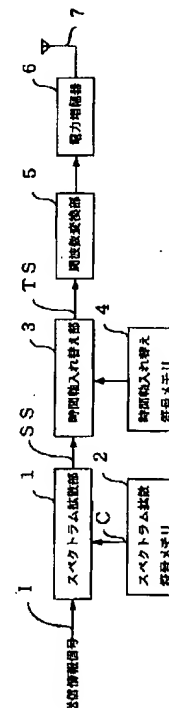
(74) 代理人 弁理士 高橋 英生 (外2名)

(54) 【発明の名称】 スペクトラム拡散伝送方法および送信受信装置

(57) 【要約】

【課題】 複雑な電波伝搬環境下にあっても十分な伝送品質で高速伝送を可能とするスペクトラム拡散伝送方法を提供する。

【解決手段】 送信情報信号 I は、スペクトラム拡散部 1 において、スペクトラム拡散符号 C によって拡散されてスペクトラム拡散信号 S S が出力され、時間軸入れ替え部 3 において、時間軸入れ替え符号メモリ 4 より出力される時間軸入れ替え符号にしたがい、時間軸方向にチップ区間毎に入れ替えられ、時間軸方向にランダム化された信号 T S が出力される。時間軸方向にランダム化された信号 T S は、さらに周波数変換部 5 によって適当な周波数に変換されて、電力増幅器 6 で増幅され、アンテナ 7 より電波として発射される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡散符号によって情報信号をスペクトラム拡散し、拡散した信号の時間軸上の配列順序を前記拡散符号のチップ区間を単位として所定の規則にしたがって入れ替えて送信し、受信した信号の時間軸上の配列順序を、前記チップ区間を単位として前記所定の規則とは逆の規則で入れ替え、入れ替えた信号に対しスペクトラムの逆拡散を行い、逆拡散された出力に基づいて前記情報信号のビット区間ごとに前記情報信号を識別することを特徴とするスペクトラム拡散伝送方法。

【請求項2】 前記所定の規則は、前記拡散した信号の時間軸上の配列順序を乱数を用いてランダムに入れ替えるものであることを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散伝送方法。

【請求項3】 前記所定の規則は、前記情報信号のm番目のシンボルに対応する前記ビット区間のn番目の前記チップ区間における前記拡散した信号を $S_{mn}$ 、前記情報信号のm番目のシンボルに対応する前記ビット区間のn番目の前記チップ区間における入れ替え後の出力を $T_{mn}$ としたとき、 $T_{mn} = S_{nm}$ となるように入れ替えるものであることを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散伝送方法。

【請求項4】 前記情報信号は、パケット伝送されるものであり、前記時間軸上の配列順序を入れ替える範囲は、前記情報信号のパケットの継続時間の全範囲であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のスペクトラム拡散伝送方法。

【請求項5】 拡散符号によって情報信号をスペクトラム拡散する第1の手段と、前記第1の手段の出力の時間軸上の配列順序を前記拡散符号のチップ区間を単位として所定の規則に従って入れ替えて出力する第2の手段を有することを特徴とするスペクトラム拡散伝送用送信装置。

【請求項6】 受信信号の時間軸上の配列順序を、拡散符号のチップ区間を単位として所定の逆変換規則にしたがって入れ替えて出力する第3の手段と、該第3の手段の出力に対し、スペクトラム逆拡散を行う第4の手段と、該第4の手段の出力に基づいて、情報信号の所定のビット区間ごとに前記情報信号を識別する第5の手段を有することを特徴とするスペクトラム拡散伝送用受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スペクトラム拡散伝送方法およびスペクトラム拡散伝送用送信装置およびスペクトラム拡散伝送用受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図6は、従来のCDMAスペクトラム拡散伝送方法の拡散ブロックの概要構成図である。図7は、図6に示した拡散伝送方法の動作例を説明するため

の信号波形図である。図中、17は加算器である。移动通信の分野においてCDMA (Code Division Multiple Access、符号分割多重) スペクトラム拡散伝送方法が注目されている。従来のスペクトラム拡散伝送方法は、拡散符号を使って振幅または周波数について拡散変調している図6に示す例は、振幅について拡散変調するものである。情報信号Xと拡散符号Yを加算器17 (排他的OR回路) で加算することによって拡散変調を行っている。

10 【0003】図7に示すように、拡散した結果は、 $(X + Y) = Z \pmod{2}$  の関係になっている。図面では、排他的論理和を表す正規の記号を用いるが、明細書中ではこの記号が使用できないので、 $(X + Y)$  のように括弧を付した加算が排他的論理和を表すものとする。拡散した信号Zとして、例えば、情報信号Xが「1」を表す1ビット区間について、チップ区間ごとに見ると、 $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, \dots = 「00101 \dots」$  となる。ここで得られた拡散した信号Zを、マルチバス伝送路へ通して伝送した場合、各バス間の遅延時間のばらつきによって、互いに干渉状態になってしまい、十分な伝送品質を確保することが困難になる。特に、フェージングにより受信電界が時間的に大きく変わり、電界強度が極端に低下する期間が生じる伝搬環境下では、受信品質の劣化が激しく、大きな問題になる。

20 【0004】図8は、マルチバス受信の例を説明するための波形図である。本来受信すべき拡散した信号Zに、マルチバスのため、それぞれ相対的に $\tau_1 \sim \tau_N$  時間遅延して、しかも、それぞれ異なる振幅で、干渉波信号 $RZ_1 \sim RZ_N$  が合成された信号が受信されることになる。しかし、フェージングによる電界変動が激しい伝搬環境下では、受信機では正常な受信を行うことが困難になる。

30 【0005】従来は、この対策としてアダプティブアンテナを使って干渉波を除去するか、RAKE受信を行う方法が用いられていた。しかし、アダプティブアンテナを用いる場合は、到来波を検知する機能が複雑で大きくなり、携帯機の小型化には適さない。基地局で使用する場合には希望波と干渉波の到来角差が十分に得られるとは限らないため、必ずしも希望波と干渉波の区別が容易にはつけられない。また、希望波と同方向から受信される干渉波は除去不可能である等の不具合があった。

40 【0006】一方、RAKE受信の場合は、受信した信号を遅延回路へ入力し、遅延回路の複数ある出力について適当に重みづけを行い、それらを加算して出力する方法が用いられる。この場合、複雑なマルチバス現象について処理するために、遅延回路の遅延量の演算と、それぞれの出力に重みづけするための演算のアルゴリズムが複雑になる。さらに、マルチバスが複雑な場合については処理時間が大きくなるため、特に複雑なサービスエリアの中を高速移動する場合には処理できないケースがで

てくる。高速伝送をする場合には、遅延回路の遅延可能量に限界があるため、各バス間の遅延時間差が余りにも大きな場合については処理できないことがある。例えば、バス間の遅延時間差が $10\mu\text{sec}$ の中を、 $10\text{Mbps}$ 程度の高速伝送をする場合、1ビット(=  $0.1\mu\text{sec}$ )を10タップの遅延素子を使ったとして、 $10\mu\text{sec}/(0.1\mu\text{sec}/10)=1000$ タップの遅延回路が必要になり、実現することが容易ではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、複雑な電波伝搬環境下にあっても高速移動体に対し十分な伝送品質で高速伝送を可能とするスペクトラム拡散伝送方法およびスペクトラム拡散伝送用送信装置およびスペクトラム拡散伝送用受信装置を提供することを目的とするものである。

【0008】伝搬路がマルチバスになっている場合、高速伝送を高品質で実現するには、各バス間の遅延による干渉と受信電界の変動が問題になる。本発明は、このような場合に特に効果がある。本発明は、従来技術と比べて簡単な構成で容易に干渉波を除去することができ、しかも、情報信号の「ビット単位」で時間ダイバーシチによる受信品質を改善するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明においては、スペクトラム拡散伝送方法において、拡散符号によって情報信号をスペクトラム拡散し、拡散した信号の時間軸上の配列順序を前記拡散符号のチップ区間を単位として所定の規則にしたがって入れ替えて送信し、受信した信号の時間軸上の配列順序を、前記チップ区間を単位として前記所定の規則とは逆の規則で入れ替え、入れ替えた信号に対しスペクトラムの逆拡散を行い、逆拡散された出力に基づいて前記情報信号のビット区間ごとに前記情報信号を識別するものである。したがって、簡単な構成で干渉波の除去および時間ダイバーシチ機能を実現することができる。

【0010】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載のスペクトラム拡散伝送方法において、前記所定の規則は、前記拡散した信号の時間軸上の配列順序を乱数を用いてランダムに入れ替えるものである。したがって、スペクトラム拡散符号Cが比較的簡易なものである、無線伝送区間における不規則性は大きくなり、スペクトラムの拡散も十分な特性が得られやすい。また、時間軸逆入れ替えを行うときに、干渉波成分が無相関になりやすくなる。例えば、同じシンボル内のチップ区間にあった信号が周期的に分布することがないため、周期性フェージングの周期と一致することがない。

【0011】請求項3に記載の発明においては、請求項1に記載のスペクトラム拡散伝送方法において、前記所

定の規則は、前記情報信号のm番目のシンボルに対応する前記ビット区間のn番目の前記チップ区間における前記拡散した信号を $S_{mn}$ 、前記情報信号のm番目のシンボルに対応する前記ビット区間のn番目の前記チップ区間における入れ替え後の出力を $T_{mn}$ としたとき、 $T_{mn}=S_{nm}$ となるように入れ替えるものである。

【0012】したがって、並べ替えの結果、同じシンボル内のチップ区間にあった信号が隣接あるいは近くに収束するおそれがなく、情報信号のどのシンボルも一様に時間ダイバーシチによる改善効果が期待される。また、簡単なアルゴリズムで時間軸の入れ替えを行うことができるとともに、時間軸入れ替えのアルゴリズムが分かり易いため回線試験が行いやすい利点がある。

【0013】請求項4に記載の発明においては、請求項1ないし3のいずれか1項に記載のスペクトラム拡散伝送方法において、前記情報信号は、バケット伝送されるものであり、前記時間軸上の配列順序を入れ替える範囲は、前記情報信号のバケットの継続時間の全範囲であるものである。したがって、時間軸の入れ替え範囲が最も広くなり、時間ダイバーシチの効果が大きくなる。

【0014】請求項5に記載の発明においては、スペクトラム拡散伝送用送信装置において、拡散符号によって情報信号をスペクトラム拡散する第1の手段と、前記第1の手段の出力の時間軸上の配列順序を前記拡散符号のチップ区間を単位として所定の規則に従って入れ替えて出力する第2の手段を有するものである。したがって、簡単な構成で干渉波の除去および時間ダイバーシチ機能を実現するための送信装置を得ることができる。

【0015】請求項6に記載の発明においては、スペクトラム拡散伝送用受信装置において、受信信号の時間軸上の配列順序を、拡散符号のチップ区間を単位として所定の逆変換規則にしたがって入れ替えて出力する第3の手段と、該第3の手段の出力に対し、スペクトラム逆拡散を行う第4の手段と、該第4の手段の出力に基づいて、情報信号の所定のビット区間ごとに前記情報信号を識別する第5の手段を有するものである。したがって、簡単な構成で干渉波の除去および時間ダイバーシチ機能を実現するための受信装置を得ることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のCDMA無線伝送方法の実施の一形態に用いる送信装置のブロック図である。図中、1はスペクトラム拡散部、2はスペクトラム拡散符号メモリ、3は時間軸入れ替え部、4は時間軸入れ替え符号メモリ、5は周波数変換部、6は電力増幅器、7は送信アンテナである。送信情報信号Iは、スペクトラム拡散部1において、スペクトラム拡散符号メモリ2より出力されるスペクトラム拡散符号Cによって拡散され、ここで、スペクトラム拡散信号SSが出力される。

【0017】スペクトラム拡散信号SSは、時間軸入れ

替え部3において、時間軸入れ替え符号メモリ4より出力される時間軸入れ替え符号にしたがって、さらに、時間軸方向にチップ区間毎に入れ替えられる。入れ替えの規則は、図3ないし図5を参照して後述する。ここで、時間軸方向にランダム化された信号TSが出力される。時間軸方向にランダム化された信号TSは、さらに周波数変換部5によって適当な周波数に変換されて、電力増幅器6で増幅され、アンテナ7より電波として発射される。

【0018】図2は、本発明のCDMA無線伝送方法の実施の一形態に用いる受信装置のブロック図である。図中、8は受信アンテナ、9はフロントエンド、10はA/D変換部、11は時間軸逆入れ替え部、12は時間軸逆入れ替え符号メモリ、13はスペクトラム逆拡散部、14はスペクトラム逆拡散符号メモリ、15は平均値取得部、16は識別部である。

【0019】受信アンテナ8で受けた高周波信号は、フロントエンド9によって中間周波数帯に変換され、A/D変換部10によってデジタル信号に変換され、以後、デジタル的に信号処理される。送信装置から発射された電波が複雑なマルチパス伝搬をして受信装置に達した場合、A/D変換部10の出力には、本来受信すべき希望波成分TS以外に干渉波成分Rが含まれている。この場合の干渉波成分Rは、マルチパス伝搬によって生じたもので、例えば希望波成分TSに比べてある時間だけ遅延している。

【0020】A/D変換部10により、希望波成分TSおよび干渉波成分Rは、以後、デジタル化されて、後続の時間軸逆入れ替え部11での処理が簡単になるようにしている。時間軸逆入れ替え部11においては、時間軸逆入れ替え符号メモリ12より出力される時間軸逆入れ替え符号にしたがって、図1に示した送信装置の時間軸入れ替え部3で時間軸入れ替えをする前の時間軸上の配列順序に戻される。すなわち、時間軸逆入れ替え部出力SRは、干渉波成分Rがないときは、送信装置におけるスペクトラム拡散信号SSと同じ信号状態を示す。

【0021】時間軸逆入れ替え部11は、図1に示した送信装置側の時間入れ替え部と同期をとって処理を行う。チップ同期、ビット同期、時間軸入れ替えの同期等の同期系については別個の技術であり説明を省略するが、フロントエンド9に同期検出部を設けることができる。時間入れ替えの同期については、例えば、送信装置側で時間入れ替えを行わない状態で同期信号を最初に送信し、受信装置側では、この同期信号を検出して相関検出を行いその後時間軸逆入れ替えを開始してもよい。また、時間逆入れ替え動作中でも、逆拡散結果が正常かどうかを判断しながら時間軸逆入れ替えの同期を常に制御することも可能である。

【0022】次に、時間軸逆入れ替え部出力SRは、スペクトラム逆拡散部13において、スペクトラム逆拡散

符号メモリ14より出力されるスペクトラム逆拡散符号Cによって逆拡散される。ここで、逆拡散して得られた信号SRCは、平均値取得部15によって平均値が計算される。さらにその出力MEANは、識別部16によって所定のしきい値と比較されて識別され受信情報信号Jを得る。受信情報信号Jは誤りがないときは送信情報信号Iと一致する。

【0023】図3は、図1に示した送信装置によるスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第1の具体例の説明図である。送信情報信号I、スペクトラム拡散符号C、スペクトラム拡散部出力SS、時間軸入れ替え部出力TS間の時間軸方向の対応関係を表しているが、処理に要する時間遅れについては無視して記載している。説明を簡単にするため、ここでは、図1に示した送信情報信号Iは、2値の「0」、「1」であるとして説明し、スペクトラム拡散符号C、時間軸入れ替え符号も、同様に2値の「0」、「1」であり、スペクトラム拡散部1においては、mod 2による加算をするものとして説明する。

【0024】この具体例は、図1に示した時間軸入れ替え部3で、チップ区間(Tc)を単位として時間軸方向に入れ替えを行う規則として、擬似的な乱数にしたがってランダムに時間軸方向の順序を入れ替えるものである。

【0025】送信情報信号Iとスペクトラム拡散符号Cをmod 2による加算をしてスペクトラム拡散部出力SSを得ている。この場合、送信情報信号Iを、ビット区間(TI)ごとに、I1, I2, I3, Im, ...と表す。一方、スペクトラム拡散符号Cを、それぞれの送信情報信号Imに対応させるとともに、さらにチップ区間(Tc)ごとに分けて、Cmnで表す。したがって、スペクトラム拡散部出力SSは、 $S_{mn} = (I_m + C_{mn})$ なる関係で表される。ここで、Cmnとしては、PN信号(疑似ランダム信号)のように自己相関が少ないランダム信号が適しており、さらにその周期はマルチパス伝搬で予想される遅延時間差以上のものが選ばれる。スペクトラム拡散部出力SSでは、mod 2加算の結果、チップレートに応じて周波数帯域が広がり周波数方向に拡散される。

【0026】スペクトラム拡散部出力SSは、さらに、図1に示した時間軸入れ替え部3において、時間軸方向にチップ単位でランダムに配列順序の入れ替えが行われる。図示の例では、S11は同じ時間軸位置であるが、S12は同じビット区間の別のチップ区間に入れ替え、S13は第3ビット区間の第1のチップ区間に入れ替えている。また、第2ビット区間のS23は第1ビット区間の第2チップ区間に入れ替え、第2ビット区間の最後のS2Nは第2ビット区間の第1のチップに入れ替えている。この場合の時間軸の入れ替えも、マルチパス伝搬で予想される遅延時間差以上離れたチップについても入

れ替えを行うようにする。このようにして生成された時間軸入れ替え部出力TSは、チップ単位で見ると、スペクトラム拡散符号Cによって周波数軸方向に拡散したものを、さらに時間軸方向についても拡散したものになっている。

【0027】図4は、図3に示したスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第1の具体例に対応させた受信信号の逆拡散の第1の具体例の説明図である。A/D変換部出力TS+R、時間軸逆入れ替え部出力SR、スペクトラム逆拡散部出力SRC、平均値取得部出力MEAN 10間の時間軸方向の対応関係を表しているが、処理に要する時間遅れについては無視して記載している。

【0028】図2に示したA/D変換部10の出力で見ると、受信信号には、本来受信すべき希望波としての希望波成分TS以外に、遅延して到来した干渉波の干渉波成分Rが含まれる。ここでは、説明を簡単にするため、干渉波成分Rとしては、1波のみとする。希望波成分TSと比べて干渉波成分Rは振幅が異なり、さらにある時間τだけ遅延している。ここで、希望波成分TSのSmnのチップ区間の信号に対応する干渉波成分Rのチップ 20区間の信号をRmnとする。なお、希望波成分TSおよび干渉波成分Rは、ともに振幅が時間的に変動するアナログ信号であり、これに応じてA/D変換部出力TS+Rも多値となるが、ここでは説明を簡単にするため

「1」と「0」で表現する。

\*

$$\begin{aligned} & (Sm1+Cm1) + (Sm2+Cm2) + \dots + (SmN+CmN) \\ & + (Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN) \\ & = N \times Im + \\ & (Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN) \\ & \dots (1) \end{aligned}$$

となる。

【0032】ここで、RmnとCmnは独立した関係になるため、(Rmn+Cmn)は、ランダムな確率変数とみなされ、(Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN)は、ある値Mを中心とす※

$$\begin{aligned} & \{N \times Im + (Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN)\} / N \\ & = Im + \{(Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN)\} / N \\ & \dots (2) \end{aligned}$$

を出力する。

【0034】識別部16は、平均値取得部の出力MEANを所定のしきい値と比較して、シンボルが1か0かを判定して、判定結果を受信情報信号として出力する。上述した(2)式において、Nが十分に大きくなると、

$\{(Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN)\} / N$ の振る舞いは、平均値Mに近★

$$\begin{aligned} & Im + \{(Rm1+Cm1) + (Rm2+Cm2) + \dots + (RmN+CmN)\} / N \\ & \doteq Im + M \text{ (定数)} \\ & \dots (3) \end{aligned}$$

この結果から、定数分Mを除いて情報信号を再生すると 50 とが容易にできる。

\*【0029】図2に示したA/D変換部10の出力は、時間軸逆入れ替え部11によって送信のときとはちょうど逆に入れ替えが行われる。この時間軸逆入れ替え部出力SRは、干渉波Rがなければ、図3におけるスペクトラム拡散部出力SSと一致する。この時間軸逆入れ替えは、Smnについて元通りに戻そうとするものであり、一方、Rmnについては、全くランダム化されたままである。

【0030】例えば、時間軸逆入れ替えを行った結果、S11, S12, S13, \dots, S1Nは、I1に対してスペクトラム拡散したものを表すが、R11, R12, R13, \dots, R1Nは、遅延時間τだけずれてしまったものを時間軸逆入れ替えしたために、正しく逆入れ替えが行われない。すなわち、R11, R12, R13, \dots, R1Nが表す信号は、ある時間軸入れ替え符号によって時間軸方向に拡散したものを、さらに別の時間軸逆入れ替え符号によって時間軸方向にランダム化したことになる。

【0031】次に、図2に示したスペクトラム逆拡散部13において、送信信号のスペクトラムを拡散したときと同じ拡散符号Cを使って逆拡散を行う。この場合、 $(Smn+Cmn) = ((Im+Cmn) + Cmn) = Im$ が成立するため、1ビット区間ごとのスペクトラム逆拡散部出力SRCは、

※る2項分布をとる。

【0033】さらに、上述した(1)式で表されるスペクトラム逆拡散部出力SRCは、図2に示した平均値取得部15において、1ビットの区間にわたる平均値が計算され、平均値出力MEANとして、

40★つくため、Imの変化と比べてこの変化は小さくなり、平均値出力MEANが、「0」状態なのか「1」状態なのか、いずれかを識別することが可能になる。通常のCDMAにおいて、Nの値は10~100程度の十分大きな値に選ばれる。従って、(2)式について識別するとき、次式のようなになる。

【0035】

【0036】したがって、時間軸逆入れ替えを行いスペクトラム逆拡散および平均値計算を行う過程で干渉波成分が除去される。上述した説明では、簡単のため干渉波は1波と仮定したが複数波存在する場合も同様に除去される。同時に、上述した(1)式において、受信した $S_{11}, S_{12}, S_{13}, \dots, S_{1N}$ の信号の中の一部の信号が誤っていたとしても、(3)式に至る過程からわかるように、その影響は $N$ 分の1となる。なお、平均値取得部15は、単に1ビット区間単位に $N$ で割り算をしているだけであり、識別部16のしきい値を $N$ の値に依拠して決めれば、必ずしも必要でない。

【0037】実際の受信装置では、受信信号の振幅が時間的に変動する。この変動に応じて、 $A/D$ 変換部10の出力 $TS+R$ の振幅を表わすデジタル値も変化する。この場合、 $A/D$ 変換部10の出力 $TS+R$ は、「1」と「0」ではなく、0を中心とする正負の振幅を表わすデジタル信号となり、時間軸逆入れ替え符号、スペクトラム拡散符号 $C$ は、 $+1, -1$ を表わす符号を用い、スペクトラム逆拡散部13では乗算が行われることになるが、実質的には、上述した(1)式と同様な演算処理が行われ、その過程において、振幅の絶対値が大きな成分、言い換えれば、信号の品質が良いものが、大きな値として加算されるため受信品質がよくなることが理解される。

【0038】以上の説明から明らかなように、情報信号の「ビット単位」で時間ダイバーシチによる受信品質が改善される。すなわち、無線伝送路では、送信情報信号1の1シンボルは、拡散符号の最短パルス幅単位であるチップ区間単位で細かく分割されて、他のシンボルのビット区間にも拡散し、時間的に広がっている。そのため、伝送路の状態がフェージングやノイズ等によりある期間で悪くても、送信情報信号1の1ビット全体に与える影響を軽減することができ、送信情報信号1を受信装置側で再合成したときには、正常に受信され、受信情報信号のビット誤り率は改善される。フェージングや雑音等によって特定の期間だけ無線回線の品質が劣化しても再生した情報信号への影響を「ビット単位」で軽減することができる。

【0039】その際、図1に示した時間軸入れ替え部3において、チップ区間を単位とする信号間の入れ替えの時間的広がりの範囲は、電界強度の低下や雑音が加わる期間と比べて広いほど効果がある。その理由としては、時間的に離れている方がチップ区間を単位とする信号の間の相関を無相関にしやすいということと、時間ダイバーシチ効果が大きくなるためである。したがって、例えば、送信情報信号1が、数十 $\text{msec}$ 程度のパケット信号の場合には、時間軸の入れ替え範囲が最も広くなるように、パケットの継続時間範囲の全てを使って時間軸の入れ替えを行うと好適である。

【0040】また、比較的大きな遅延時間差のある伝搬

路であっても容易に処理可能である。従来のRAKE受信の場合、1シンボル長以上の遅延時間差のある干渉波については処理することが難しい。しかし、本発明の実施の形態では、その制限にとらわれない。また、ハード規模が小さく小型化に適している。時間軸の入れ替え、及び逆入れ替えは全てデジタル化した状態で処理可能であり、ゲートアレイ等によるIC化が可能である。構成が簡単でIC化が容易であることは経済的であることを意味する。

【0041】送信装置側において所定の時間軸入れ替え符号にしたがって、時間軸配列を入れ替え、受信装置側においてその逆を行えばよい。ため、入れ替えのアルゴリズムが単純であり、伝搬路の状態を求める等の複雑な処理を必要としない。伝搬路の状態を調べる過程がないため、短時間で処理可能であり、応答特性に優れている。処理時間が短いということ高速移動する携帯機にも適用できることを意味する。これに対し、従来のアダプティブアンテナの場合は到来波について調べるアルゴリズムが必要であり、RAKE受信についても各遅延波について調べる過程が必要になる。

【0042】さらに、上述した入れ替えの第1の具体例によれば、図1に示した送信装置の時間軸入れ替え部3において、時間軸入れ替え符号として擬似的な乱数を用い、入れ替えをランダムに行っている。したがって、スペクトラム拡散符号 $C$ が比較的簡易なものであっても、無線伝送区間における不規則性は大きくなり、スペクトラムの拡散も十分な特性が得られやすい。

【0043】また、図4に示した受信装置の時間軸逆入れ替え部11において、時間軸逆入れ替えを行うときに、 $R_{mn}$ と $R_{mk}$  ( $n \neq k$ )とで無相関になりやすい性質があり、お互いの独立性が容易に得られるという作用効果がある。独立性が大きくなると、時間軸逆入れ替え後の $R_{mn}$ のランダムさの度合いも大きくなる。例えば、同じシンボル内のチップ区間にあった信号が周期的に分布することがないため、周期性フェージングの周期と一致することがない。時間軸入れ替え符号として用いる乱数は、実際には疑似ランダム符号を用いるため、周期性を有する。この周期は長い周期のフェージングの周期よりも長くすることが望ましい。

【0044】 $R_{mn}$ と $R_{mk}$  ( $n \neq k$ )を無相関にするには、スペクトラム拡散符号の大きなもの(例えばPN信号の場合、次数の大きなもの)を使って無線伝送区間における不規則性を大きくしても得られる。この場合、時間軸の入れ替えを比較的簡単なアルゴリズムによって行うことが可能になるとともに、スペクトラムの拡散についても十分な特性を得ることもできる。

【0045】なお、スペクトラム拡散伝送技術ではないが、通信伝送の一般的な技術分野において、従来も、送信情報のシンボルに離散的な誤りのエラー訂正能力の高いエラー訂正符号を付加したシンボル系列そのものを時

間軸上で入れ替えて送信し、受信側で逆入れ替えを行う技術がある。これは、連続する複数シンボルの期間にわたって伝送品質の低下があった場合にも、誤りとなるシンボル同士の間隔が広がるように誤りのモードを変えることにより、エラー訂正を行うようにしたものである。

【0046】これに対し、上述したスペクトラム拡散伝送における並べ替えは、シンボル区間を単位とした並べ替えではなく、チップ区間を単位とした並べ替えを行い、受信側では、単に再び元のように集めてしまうものである。従って、受信側の後続する処理ブロックでシンボルのエラー訂正を行うか否かには無関係に独立して行うことができる。そして、受信側では、上述したスペクトラム逆拡散処理に関連して干渉波や雑音の影響を取り除くというものであって、スペクトラム拡散伝送技術独特のものである。

【0047】図5は、図1に示した送信装置によるスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第2の具体例の説明図である。送信情報信号I、スペクトラム拡散部出力SS、時間軸入れ替え部出力TS間の時間軸方向の対応関係を表しているが、処理に要する時間遅れについては無視して記載している。この具体例は、図1に示した送信装置の時間軸入れ替え部3において、チップ区間を単位として時間軸方向に入れ替えを行う規則として、送信情報信号のm番目のビットに対応する区間のnチップ目の区間の信号を矩形転置するものである。

【0048】すなわち、スペクトラム拡散部出力SSについて、情報信号のm番目のビットに対応するビット区間のnチップ目を $S_{mn}$ で表し、時間軸入れ替え部出力TSについて、情報信号のm番目のビット区間のnチップ目に対応する区間の値を $T_{mn}$ で表すとする。時間軸入れ替え部3においては、 $T_{mn} = S_{nm}$ なる関係で転置している。このような転置を行う手段としては、例えば、入力情報を行と列の2つのアドレスで記憶するメモリを用いる。入力情報を行単位で第1行から順次書き込み、記憶された情報を列単位で第1列から順次読みだせばよい。

【0049】スペクトラム拡散部1において、情報信号の1シンボルの1ビット区間をNチップの拡散符号Cで拡散した場合、スペクトラム拡散部出力SSは、1チップ区間を単位とするN個の出力信号となるが、これらが、時間軸入れ替え部3において複数のビット区間に割り振られ、元の各シンボルの情報は、それぞれNビット区間の時間領域に均等に割り振られることになる。図5においては、図示を簡単にするため、チップ数の数Nと同じ数のNビットの範囲における入れ替え表しているため、例えば、時間軸入れ替え部出力TSのT21は、スペクトラム拡散部出力SSのS21に対応する時刻のチップ区間に位置する。

【0050】上述した第2の具体例における時間軸入れ替え部出力TSを用いた場合にも、図2、図4を参照し

て説明したスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第1の具体例と同様に、時間軸逆入れ替え部11で時間軸逆入れ替えを行ってから、スペクトラム逆拡散部13でスペクトラム逆拡散し、平均値取得部15で1ビットの区間について平均値計算を行うと、ある時間 $\tau$ で遅延した干渉波成分については、上述した式(3)と同様に、ある定数Mに収束するため情報信号を分離して再生することができる。

【0051】上述した第2の具体例においては、第1の具体例とほぼ同様の作用効果を奏する。ただし、第1の具体例のように、入れ替えをランダムに行ったことによる作用効果はない。そのため、スペクトラム拡散符号の大きなもの(例えばPN信号の場合、次数の大きなもの)を使って無線伝送区間における不規則性を大きくしてスペクトラムの拡散に十分な特性が得られるようにすることが望ましい。

【0052】その代わり、時間軸の入れ替え範囲が必ずNビットの時間領域に均等に割り振られている。このことは、時間ダイバーシチが均等に働くことを意味しており、伝送される元の送信情報信号Iのどのシンボルも一様に時間ダイバーシチによる改善効果が期待される。また、この具体例は、入れ替えをランダムに行う第1の具体例の場合と比べてより簡単なアルゴリズムで時間軸の入れ替えを行うことができるとともに、時間軸入れ替えのアルゴリズムが分かり易いため回線試験が行いやすい利点がある。

【0053】上述した説明では、並べ替えの規則として第1、第2の具体例しか示さなかったが、これらに限られるものではない。その際、並べ替えの結果、かえって同じシンボル内のチップ区間にあった信号が隣接あるいは近くに収束してしまわないように均一に分布するようにすることが望ましい。第2の具体例の場合はこの条件を満たす。隣接あるいは近くに収束した期間でたまたま伝送品質が低下した場合には並べ替えの作用効果がなくなる。また、並べ替えの結果、同じシンボル内のチップ区間にあった信号が周期的に分布しないようにすることが望ましい。第1の具体例の場合にはこの条件を満たす。たまたま、この周期が周期性フェージングの周期と一致した場合には並べ替えの作用効果がなくなる。

【0054】また、上述した説明では、説明を簡単にするため、搬送波の変調をしていないが、変調することも可能である。例えば、送信側では、図1に示した周波数変換部5内において時間入れ替え部出力TSでPSK変調方式等で搬送波を変調し、受信側では、図2に示したフロントエンド9内において受信信号を搬送波と乗算して復調する。あるいは、送信情報信号Iで搬送波を変調して、スペクトラム逆拡散部出力SRCを搬送波と乗算して復調することも可能である。この場合、スペクトラム拡散部1やスペクトラム逆拡散部13では、+1、-1の値をとるスペクトラム拡散符号Cと乗算することに



なる。

【0055】なお、上述したスペクトラム拡散伝送方式の説明では、特にCDMA無線伝送方式を前提としなかったが、多チャンネルを有するCDMA無線伝送方式においても、各チャンネルにおけるスペクトラム拡散部および逆拡散部に対して用いることができる。

【0056】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明は、複雑なマルチパス伝搬路にあっても、そのために発生する干渉波成分を簡単な構成で容易に除去することが可能であり、しかも、時間ダイバーシチ効果を持たせることができる。構成が簡単であるため、IC化することが容易であり、経済的である。また、伝搬路の状態を調べる過程が特に必要ないため、短時間で処理が可能であり、応答特性に優れている。処理時間が短いため、高速移動する携帯機にも適用することが可能である。

【0057】その結果、従来不可能とされてきた10Mbps以上の伝送を容易に実現する事が可能であり、しかもその実現手段は従来と比べて大幅に簡略化することができる。従来のアダプティブアンテナのように、到来波を検知する機能や指向性を可変する機能等は不要であり、RAKE受信のように遅延回路やその遅延回路の出力に重みづけをする機能等複雑な機能は不要である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のCDMA無線伝送方法の実施の一形態に用いる送信装置のブロック図である。

\*

\*【図2】 本発明のCDMA無線伝送方法の実施の一形態に用いる受信装置のブロック図である。

【図3】 図1に示した送信装置によるスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第1の具体例の説明図である。

【図4】 図3に示したスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第1の具体例に対応させた受信信号の逆拡散の第1の具体例の説明図である。

【図5】 図1に示した送信装置にスペクトラム拡散された信号の入れ替えの第2の具体例の説明図である。

【図6】 従来のCDMAスペクトラム拡散方式の拡散部の概要構成図である。

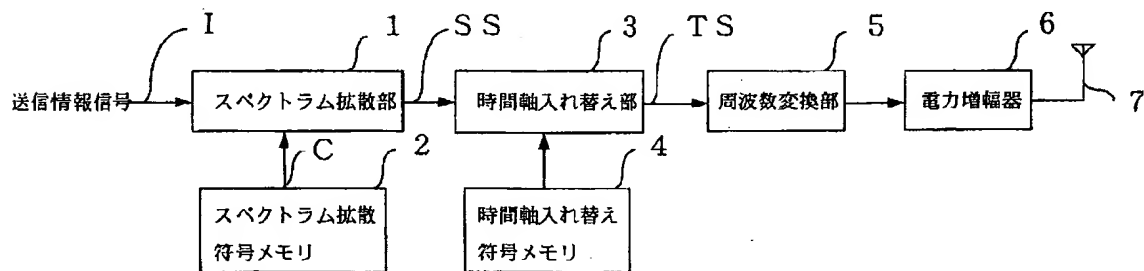
【図7】 図6に示した拡散方式の動作例を説明するための信号波形図である。

【図8】 マルチパス受信の例を説明するための波形図である。

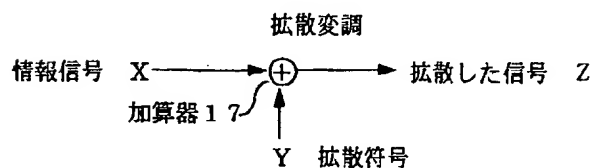
【符号の説明】

1…スペクトラム拡散部、2…スペクトラム拡散符号メモリ、3…時間軸入れ替え部、4…時間軸入れ替え符号メモリ、5…周波数変換部、6…電力増幅器、7送信アンテナ、8…受信アンテナ、9…フロントエンド、10…A/D変換部、11…時間軸逆入れ替え部、12…時間軸逆入れ替え符号メモリ、13…スペクトラム逆拡散部、14…スペクトラム逆拡散符号メモリ、15…平均値取得部、16…識別部。

【図1】

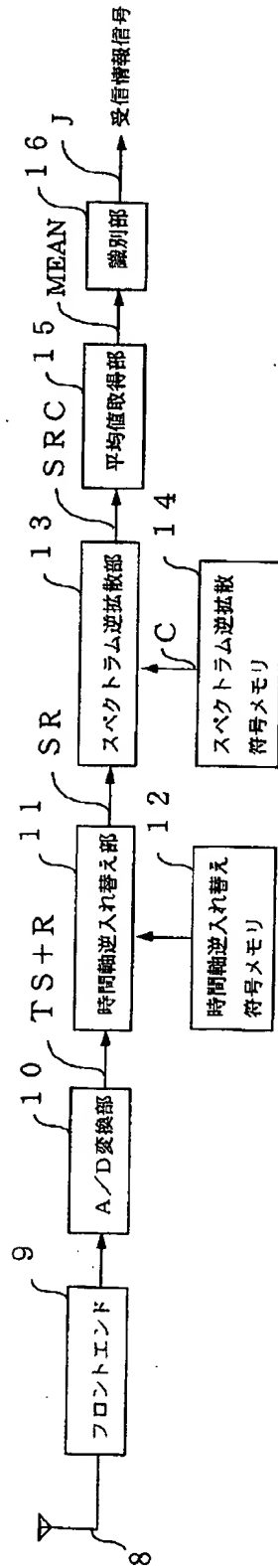


【図6】

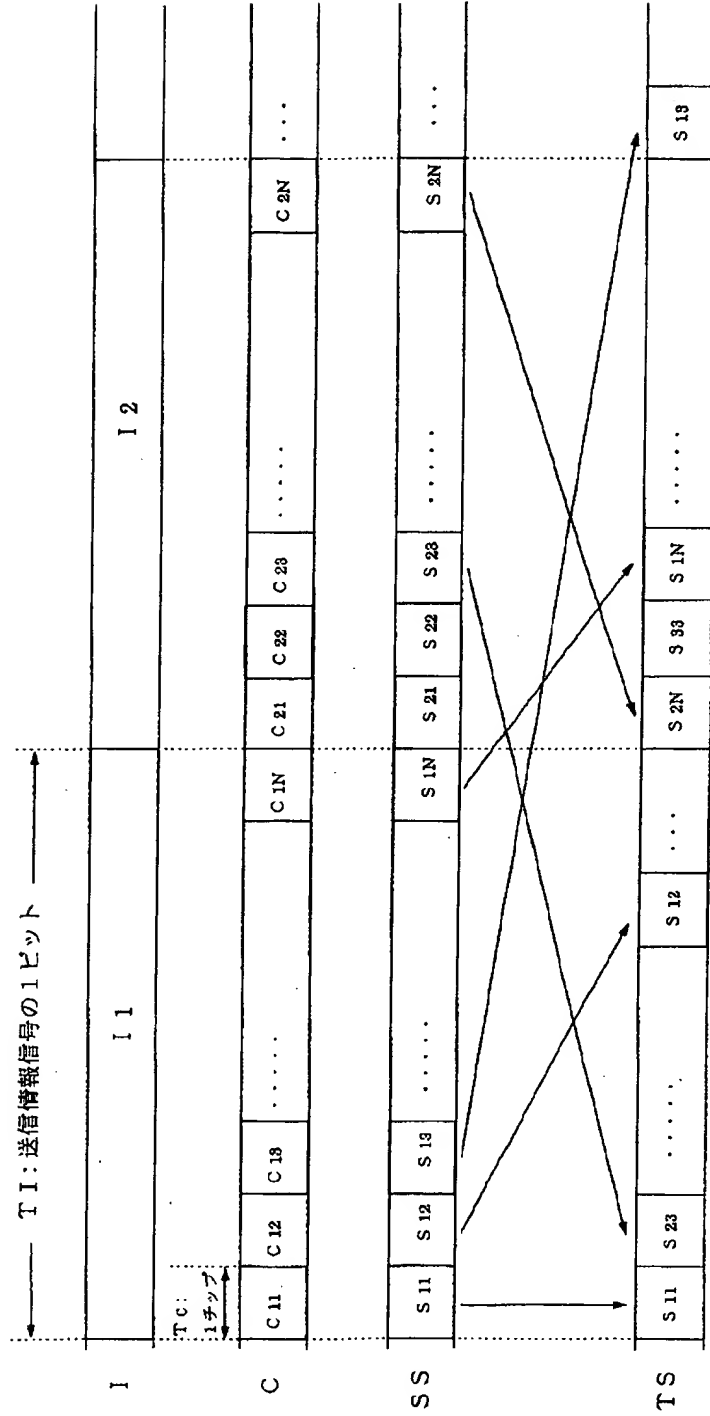




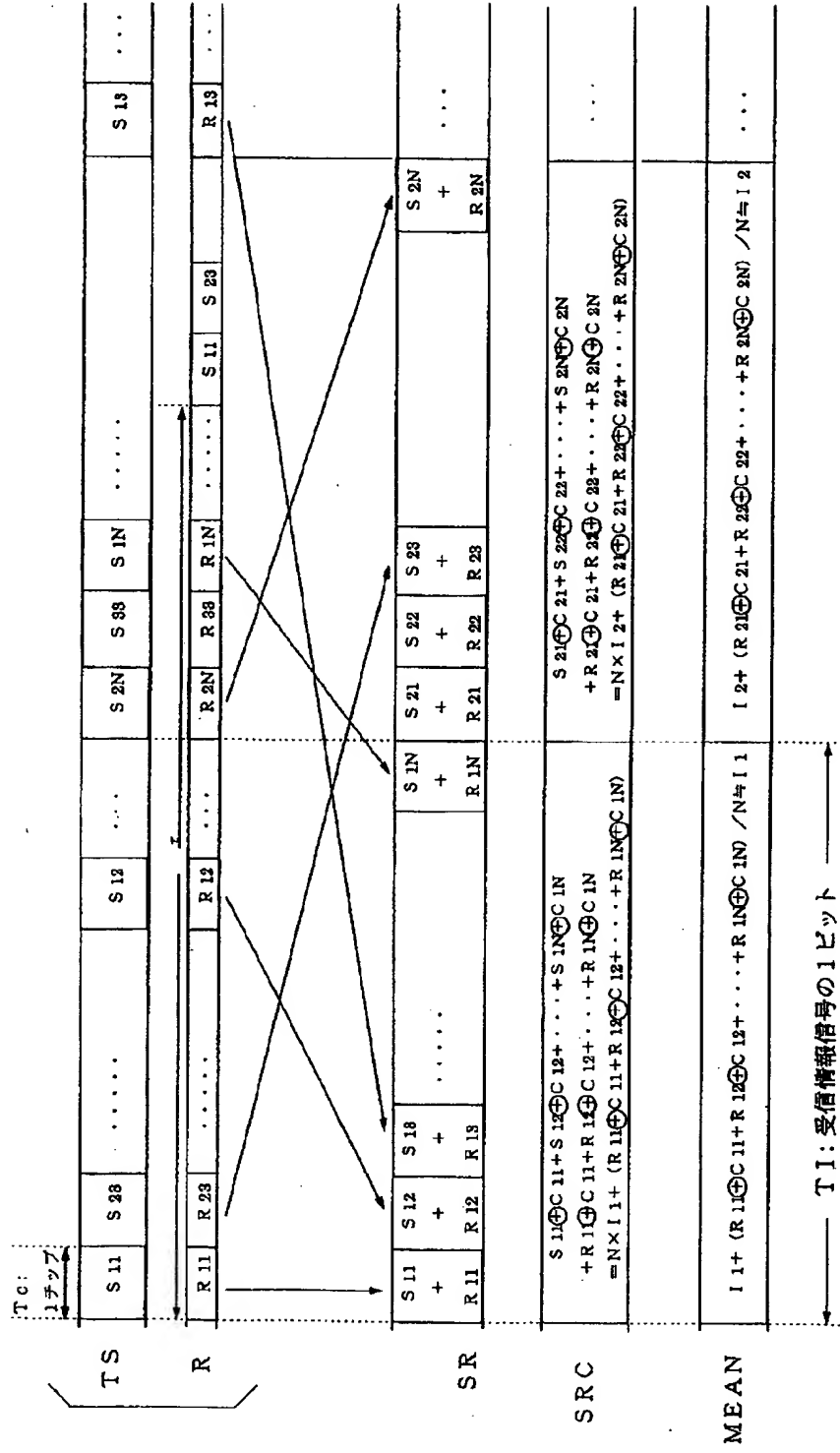
【図2】



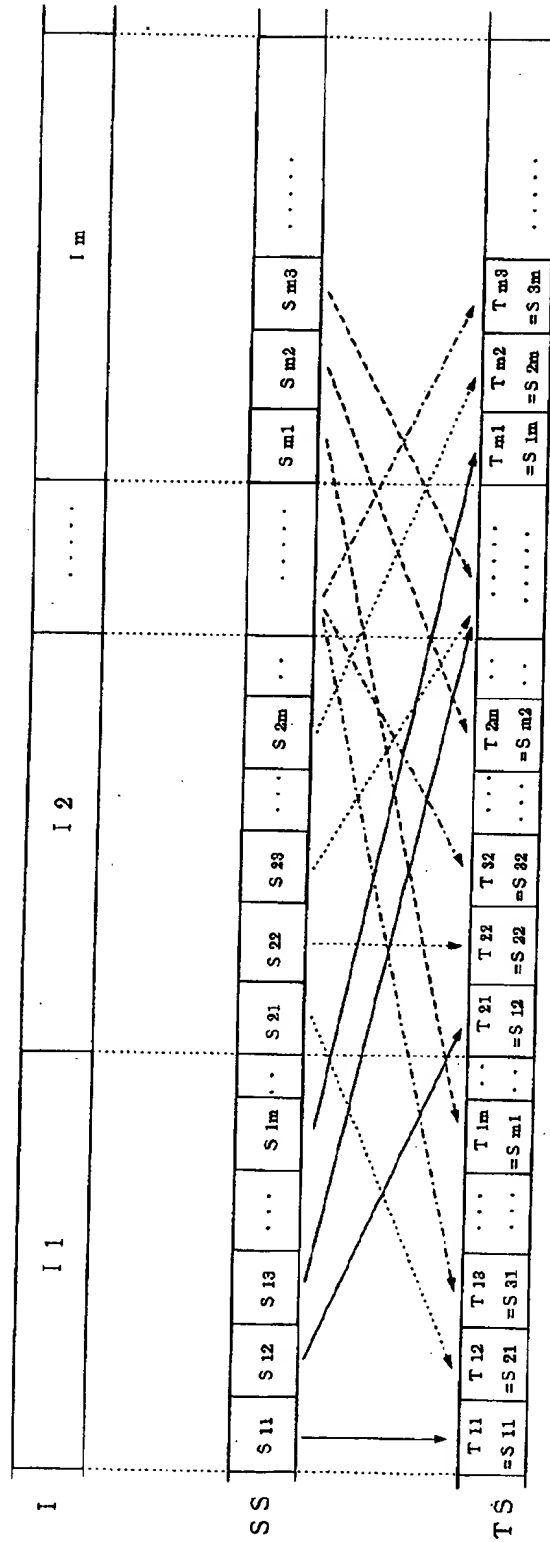
【図3】



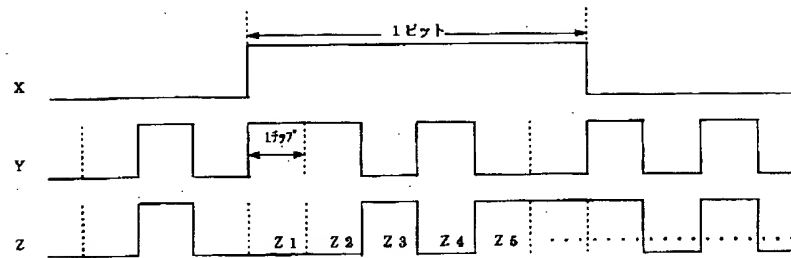
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

